

111 ати, в случае двух областей – 40,5 ати, четырех областей – 21,7 ати;

– рабочая точка в предположении, что минимальная толщина пленки при гидроподъеме будет составлять 20 мкм, характеризуется следующими параметрами: расход через подшипник в случае трех областей подведения смазки высокого давления должен составлять 0,1 л/мин при давлении 47,8 ати, в случае двух областей эти параметры будут соответственно 3,7 л/мин и 30,6 ати, а четырех областей – 4,33 л/мин и 17,1 ати. Таким образом, мощности двигателей насосов будут минимальными в случае подшипников с тремя областями подведения смазки и максимальными – в случае двух областей. При четырех областях потребляемая мощность примерно в 1,5 раза меньше, чем в случае двух областей.

Учитывая, что быстровращающиеся машины в режиме гидроподъема работают только незначительную часть времени, соображения о потребляемой мощности имеют второстепенный характер. Основными при выборе насоса являются вопросы обеспечения надежной работы при гидроподъеме, а также наличия насосов, выпускаемых отечественной промышленностью и обладающих нужными характеристиками.

Таким образом, на примере опорного подшипника быстровращающейся машины показаны результаты применения теории и алгоритма решения гидростатической задачи смазки неньютоновской жидкостью, изложенных в работе [1]. Найдены величины основных рабочих параметров подшипника, позволяющие подобрать насос и назначить рациональное расположение областей подведения смазки высокого давления.

1. Токарь И.Я., Рязанцев А.И. Решение задачи о гидростатическом подъеме валов в опорных подшипниках, смазываемых неньютоновскими жидкостями // Наук. вісн. будівництва. Вип 8. – Харків: ХДТУБА, 1999. – С.117.

Получено 24.01.2000

© Рязанцев А.И., 2000

УДК 697.2:536.2

Д.А.СТРОЙ

Киевский национальный университет строительства и архитектуры

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЙ СПОСОБ ОТОПЛЕНИЯ ПОМЕЩЕНИЙ

Предлагается новое направление развития систем отопления, которые могли бы обеспечить тепловой комфорт в нестационарном режиме. Целесообразность исследования и разработки таких систем обоснована путем сравнения их затратности с системами периодического отопления.

Снижение энергоемкости продукции – одна из главных задач любого промышленного предприятия. Затраты теплоты на обогрев помещения являются весомой составляющей энергозатрат. Поэтому актуальность энергосбережения в системах отопления промышленных зданий не вызывает сомнений. Потребление тепла системой отопления отдельного здания рассчитывают из условия теплового баланса. Основными его составляющими являются теплопоступления и теплопотери через ограждающие конструкции. При их равенстве устанавливается требуемая комфортная температура. Таким образом, проектирование систем отопления выполняют в расчете на работу в стационарном режиме. Работа в этом режиме – исходное положение, объединяющее большинство современных систем отопления. Эти системы давно совершенствуются, и резервов энергосбережения в них становится все меньше. Поэтому представляет интерес поиск неиспользованных возможностей для энергосбережения вне принципа отопления в стационарном режиме. Если для условий теплового комфорта исключить влияние относительной влажности и подвижности воздуха, считая их постоянными, то такие условия будут определять температура внутреннего воздуха и температура поверхностей ограждающих конструкций, обращенных к человеку (внутренних поверхностей). Составив уравнение теплового баланса человека, можно получить зависимость, связывающую температуру внутреннего воздуха t_B с радиационной температурой ограждающих конструкций t_R , при которых человек чувствует себя комфортно. Так, 1-е условие комфортности по В.Н. Богословскому [1]:

$$t_R = 1,57t_{II}(I) - 0,57t_B \pm 1,5 \quad (1)$$

связывает t_R и t_B , где $t_{II}(I)$ – нормируемое значение температуры помещения t_{II} , соответствующее комфортным условиям при разной интенсивности (I) выполняемой физической работы. Из уравнения (1) видно, что при низкой температуре внутреннего воздуха в помещении можно обеспечить тепловой комфорт, поддерживая высокой температуру внутренних поверхностей ограждающих конструкций t_R . Это будет лучистое отопление в стационарном режиме. Но поддерживать высокой t_R можно и в нестационарном режиме прогрева помещения. Преимуществом здесь будут меньшие потери теплоты. Последнее объясняется тем, что потери теплоты определяются разностью температур наружной поверхности ограждающих конструкций и внешнего воздуха, а температура наружной непрогретой поверхности ниже, чем

в стационарном режиме, поэтому и указанная разность меньше. Постоянство температуры внутренней поверхности при прогреве можно обеспечить изменяемой во времени мощностью излучателя тепла. Значит, возможно отопление в нестационарном режиме.

Сравним затратность такого отопления с традиционным для здания промышленного предприятия с периодическим пребыванием людей. В качестве исходной для сравнения примем систему отопления периодического действия, приведенную в [2]. Рассмотрим, как изменяется температура в одной, произвольной точке ограждающей конструкции во времени. В нерабочее время, когда людей в здании нет, поддерживается фоновая температура t_{ϕ} внутреннего воздуха и стационарный режим, а рассматриваемая температура постоянная (линия 0-1 на рис.1). Заблаговременно, до прихода людей, включается основная система отопления и помещение прогревается. Рассматриваемая температура изменяется по линии 1-2 (рис.1). В этот период времени (назовем его временем разогрева помещения $\delta\tau_{\text{разг.}}$ (рис.1) теплота, подаваемая системой отопления, идет на нагрев ограждающих конструкций здания (аккумуляция теплоты) и на потери тепла в окружающую среду. После достижения температуры в точке 2 (рис.1) в помещении обеспечиваются комфортные условия для пребывания людей в течение времени $\delta\tau_{\text{людей}}$ — линия 2-3 (рис.1). По окончании рабочей смены основную систему отопления отключают, и здание остывает. При этом в окружающую среду отдается теплота, аккумулированная ограждающими конструкциями.

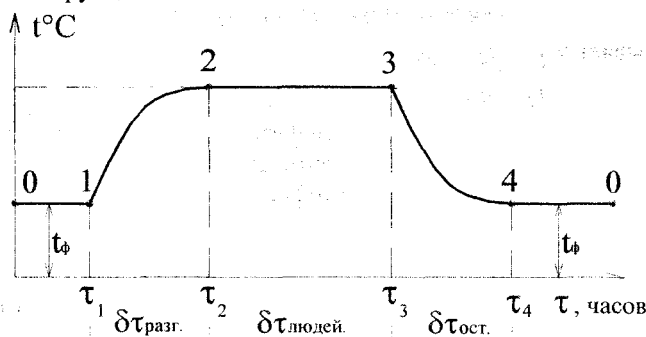


Рис.1 — График зависимости температур в точке ограждающей конструкции от времени при прерывистом отоплении

Изобразим на графике зависимость температуры наружной поверхности ограждающей конструкции от времени τ . На оси ординат

будем откладывать разность температур: $\theta(\tau) = t_n^{cm.}(\tau) - t_n^e$, где $t_n^{cm.}$ – температура наружной поверхности стенки, t_n^e – температура наружного воздуха. Тогда потери теплоты через наружную стену за период $d\tau$ определятся по формуле Ньютона–Рихмана:

$$dQ = \alpha_n \cdot F_n \cdot \theta(\tau) \cdot d\tau$$

или за время $\delta\tau$ от начала разогрева

$$Q = \alpha_n \cdot F_n \cdot \int_{\tau_1}^{\tau_1 + \delta\tau} \theta(\tau) \cdot d\tau, \quad (2)$$

где α_n – коэффициент теплоотдачи от наружной поверхности ограждающих конструкций; F_n – площадь наружных ограждающих конструкций.

Выражение $\int_{\tau_1}^{\tau_1 + \delta\tau} \theta(\tau) \cdot d\tau$ в уравнении (2) графически представлено площадью криволинейной трапеции 0-1-2-3-4-0 на рис.2.

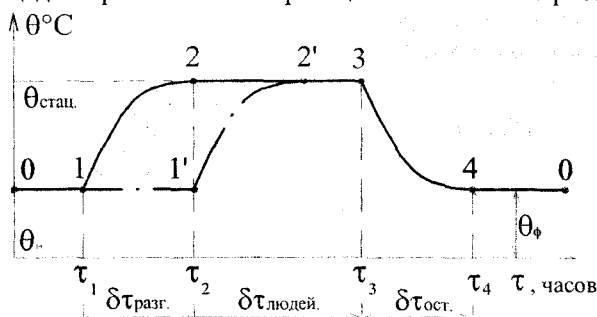


Рис.2 – График зависимости разности температур θ в точке ограждающей конструкции от времени при прерывистом отоплении

Если обеспечивать комфортные условия в помещении в период разогрева $\delta\tau_{разг.} = \tau_2 - \tau_1$, то разогрев здания можно начать в момент времени τ_2 , и потери тепла в этом случае будут пропорциональны площади криволинейной трапеции 0-1'-2'-3-4-0 (см. рис.2). Они будут меньше, чем в исходной системе, на величину δQ , которая пропорциональна заштрихованной площади на рис.2:

$$\delta Q = \alpha_n \cdot F_n \cdot \left[\left(\int_{\tau_1}^{\tau_2} \theta(\tau) d\tau + \theta_{\text{стац.}} (\tau_2' - \tau_2) \right) - \left(\int_{\tau_1'}^{\tau_2'} \theta(\tau) d\tau + \theta_{\phi} (\tau_2 - \tau_1) \right) \right] \Rightarrow$$

$$\delta Q = \alpha_n \cdot F_n \cdot \theta_{\text{стац.}} \cdot \delta \tau_{\text{разг.}}, \quad (3)$$

где $\theta_{\text{стац.}} = \theta_2 = \theta_3$ (см. рис.2).

Для случая периодического отопления, рассчитанного на кратковременное пребывание людей в здании, т.е. когда время пребывания людей меньше времени разогрева $\delta \tau_{\text{людей}} < \delta \tau_{\text{разг.}}$, если обеспечить комфортные условия в помещении в период разогрева, будем иметь зависимость $\theta = f(\tau)$, соответствующую кривой 1-1'-2' на графике рис.3. В этом случае экономия теплоты δQ_1 , теряемой через ограждающие конструкции здания, будет пропорциональна разности площадей криволинейных трапеций 0-1-2-3-4-0 и 0-1'-2'-4-0. Ее можно определить по формуле

$$\delta Q_1 = \alpha_n \cdot F_n \cdot \left[\left(\int_{\tau_1}^{\tau_2} \theta(\tau) d\tau + \theta_{\text{стац.}} (\tau_3 - \tau_2) + \int_{\tau_3}^{\tau_2'} \theta(\tau) d\tau \right) - \left(\int_{\tau_1'}^{\tau_2'} \theta(\tau) d\tau + \theta_{\phi} (\tau_2 - \tau_1) \right) \right] \Rightarrow$$

$$\delta Q_1 = \alpha_n \cdot F_n \cdot \left[\left(\int_{\tau_1 + \delta \tau_{\text{людей}}}^{\tau_2} \theta(\tau) d\tau + \theta_{\text{стац.}} \cdot \delta \tau_{\text{людей}} + \int_{\tau_3}^{\tau_2'} \theta(\tau) d\tau \right) \right]. \quad (4)$$

При этом $\delta Q_1 > \delta Q = \alpha_n \cdot F_n \cdot \theta_{\text{стац.}} \cdot \delta \tau_{\text{разг.}}$. Дополнительную экономию составит количество теплоты δQ_2 , которое пошло бы на разогрев ограждающих конструкций от температуры θ_2' в точке 2' до температуры θ_2 в точке 2,

$$\delta Q_2 \cong c \cdot M(\theta_{\text{стац.}} - \theta_{2'}), \quad (5)$$

где c — средняя по массе теплоемкость ограждающих конструкций;
 M — масса ограждающих конструкций.

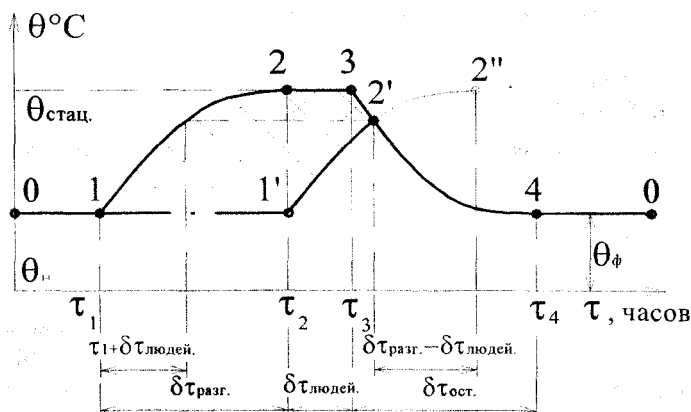


Рис.3 — График зависимости разности температур θ на наружной поверхности ограждающей конструкции от времени при прерывистом отоплении

Из формулы (5) видно, что чем массивнее ограждающие конструкции, тем выгоднее применение такого режима разогрева. При исходной системе отопления это аккумулированное тепло было бы потеряно в окружающую среду в период остывания.

Общая экономия теплоты составит

$$\delta Q = \delta Q_1 + \delta Q_2.$$

Этот анализ показывает возможность энергосбережения в том случае, если удастся обеспечить комфортные условия в помещении в нестационарном режиме. До сих пор такую задачу не рассматривали. И хотя системы воздушного отопления можно отнести к таким, которые обеспечивают требуемые параметры микроклимата в помещении в результате быстрого разогрева внутреннего воздуха при холодных ограждающих конструкциях, о расчете их на нестационарный режим в литературе не упоминается.

Поэтому необходимость теоретической разработки систем для отопления зданий в нестационарном режиме является экономически обоснованной.

И. Богословский В.Н. Строительная теплофизика. — М.: Высш. школа, 1982. — 415 с.

УДК 621.311.25:621.039.255:66-967.001.6

Г. А. ЛЕЩИНСКИЙ, канд. техн. наук, С. В. САВЕЛЬЕВ
Украинская инженерно-педагогическая академия, г. Харьков

ПРИБОР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ОБЪЕМНОГО ПАРСОДЕРЖАНИЯ В ТРУБОПРОВОДАХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Описывается прибор для определения соотношения между жидкой и паровой составляющими двухфазных сред в трубопроводах и теплообменниках, основанный на действии проникающего гамма-излучения. Целью измерений этим прибором является снижение вибрации и тепловых потерь.

Эксплуатационная надежность оборудования электростанций в значительной мере зависит от вибрационного состояния трубопроводных систем, транспортирующих пароводяную среду в нестационарном режиме ее течения. Длительное воздействие сильных вибраций, которым подвержены такие трубопроводы, приводит к разрушению теплоизоляции, обрыву креплений и самих трубопроводов, образованию свищей. Оно является причиной аварийных ситуаций вплоть до отключения энергоблоков при разгерметизации первого и второго контура АЭС и повышения уровня радиационного фона в реакторных и турбинных цехах.

Переход среды, находящейся в режиме насыщения, в двухфазное состояние (вскипание) сопровождается возникновением нестационарных гидродинамических сил, вызывающих вибрацию [1]. Создание бесконтактного прибора, обнаруживающего место вскипания и измеряющего объем паровой фазы, позволило разработать конструктивные и режимные рекомендации по улучшению вибрационного состояния трубопроводов. Кроме того, информацию о паросодержании в условиях эксплуатации, включенную в методику гидродинамических расчетов, можно использовать для принятия превентивных противовибрационных мер на стадии проектирования.

Необходимость создания мобильной установки для неразрушающего (бесконтактного) контроля паросодержания в толстостенных трубопроводах обусловила выбор метода измерения, основанного на просвечивании трубопроводов коллимированным пучком жесткого гамма-излучения. Эксплуатационным измерениям предшествовала серия лабораторных и методических экспериментов с гамма-установкой, изготовленной по схеме, приведенной на рисунке.